HMI 環境における国際安全規格の動向

Trend for International Safety Standards in HMI Environment

石田 豊 *1)　　白石 一朗 *2)　　前田 育男 *3)

Yutaka Ishida　　Ichiro Shiraishi　　Ikuo Maeda

要　旨

ＦＡ(Factory Automation)分野や各種の産業分野で使用される機械類は，それ単独で意図された機能を発揮できない。人が起点となり人と機械との間で情報のやりとりを行うことにより，はじめて意図された機能を発揮する。しかし，残念なことに事故や災害は人と機械が共存するこの環境において発生する。機械類や同様な危険源を有する工業製品の設計者および製造者が，これら製品の安全性を確保する支援のために 2001 年後半に発行が予定されているのが，国際安全規格 ISO12100(機械類の安全性)である。本稿では，ISO12100 を含めた国際安全規格の動向とそれに歩調を合わせた日本の状況ならびに，この規格の思想を反映した当社の製品安全実現へ向けた HMI(Human Machine Interface) Safety に関する内容について報告する。

Abstract

Machinery used in FA fields or other industrial areas does not perform the intended function itself. It is enabled only when an operator starts a piece of machinery and interactive communication between the operator and the machine takes place. Unfortunately, accidents or industrial incidents often happen in such environments where human and machine comes in contact. ISO 12100, planed to issue in the late 2001, is intended to assist manufacturers and designer of machinery or the like in ensuring product safety. This paper describes the key trend of international standards of safety including ISO 12100 and concurrent movements in Japan, also introduces our standards-based HMI safety to attain product safety.
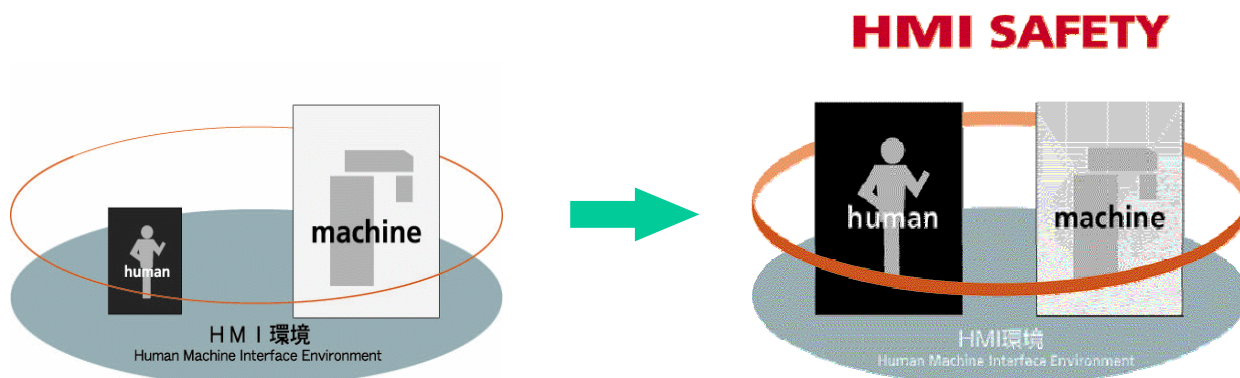
図１． 人の安全性に配慮した HMI 環境

Fig.1 HMI environment considering human safety

１．HMI 環境の現状

図１に示すように，人と機械が共存する HMI 環境では，人に対する安全を実現することが国際的にも強く求められるようになってきている。グローバル化の進展が著しいことにより，日本国内のみならず欧米やアジアにおける機械類の生産，組立て，使用から廃棄までの各行程で多種多様な言語を使う，あるいは、教育レベルの異なるオペレータやサービスマンによる作業やメンテナンスが日常的に行われるようになってきているからである。世界中の誰もが ISO や IEC などの国際規格による同一の考え方に基づいて，人と機械が共存し互いに協調するシステムと環境を構築できるようにすることが重要になってきている。

例えば図２に示すようにＦＡ現場で用いられる操作機器や表示機器の表示色について考えてみる。これらの色の意味は表 1 に示すように国際規格の IEC60073(マン・マシンインタフェース，マーキングおよび識別の基本安全原則－指示装置およびアクチュエータのコーディング原則)および IEC60204-1(機械類の安全性－機械の電器機器 第１部：一般要求事項)において，表示色が規定されている[1][2]。しかしながら，当社の調査によると国内機械メーカの使用している表示色の意味は，表２のように国際規格に整合していない状況が散見される。例えば，赤色を運転と重故障という相反する意味づけをされていたりする。また，欧米人が日本の工場を見学した際，正常運転中であるにもかかわらず，多くの機械で赤いランプが数多く点灯していることに驚くことは良く知られている事実である。極端な場合，同一企業内でも事業所ごとに表示色の使用方法が標準化されておらず，オペレータやサービスマンが異動するたびに戸惑うこと

図２．ＦＡ現場における HMI 操作表示環境の例

Fig.2 Example for HMI environment in FA field

になり，事故や災害発生の誘引になっているのが現状である。そのため，人間工学的側面を配慮し，国際規格に整合させた標準化を行えば，事故や災害発生のリスクを少しでも低減することが可能になる。

２．HMI 環境における安全への配慮

グローバルに機械類を製造および販売するには，国際規格に整合させた標準化と安全への配慮が必須条件になってきている。安全への配慮に関しては，従来どちらかといえば機械類の使用者である事業者に求められていたが，本年後半にも発行が予定されている国際安全規格 ISO 12100(機械類の安全設計のための一般原則)では，機械類の設計者や製造者の責任が事業者より優先させることを要求している。すなわち ISO 12100 では，図３に示すように，その機械の規定した限界および意図する使

表 1．IEC60073 および IEC60204-1 に規定される操作表示色の意味

Table 1 Operation indication color specified by IEC 60073 and IEC 60204-1

色	意　味	説　明	操作者の行動
赤	非常事態	危険な状態	危険な状態に対処する即時行動
黄	注　　意	異常事態 切迫した臨界状態	監視および （または）介入
緑	正　　常	正常な状態	任意
青	義　務　的	操作者の行動を要求する状態を表示	義務的行動
白	中　　　性	その他の状態 赤・黄・緑・青を使用するのに疑義のある場合いつでも使用してよい	監視

表２．日本国内における HMI 環境における表示色の使用状況例

Table 2 Examples of actual use of indication color at HMI environment in Japan

	表示灯色	押ボタン色
洗剤メーカ	乳白色：電源、停止	黒　：正転
	赤　：運転、重故障	緑　：逆転
	橙　：故障、軽故障	赤　：停止
	緑　：PC RUN	
水処理メーカ	乳白色：電源、ＳＬ開閉状態表示	黒　：運転
	赤　：運転、重故障	黄　：ランプテスト
	橙　：異常、軽故障	赤　：停止、アラームリセット
	緑　：停止	
製氷機メーカ	乳白色：脱水中、手動排出、排出中、手上、自、手下、電源	黒　：運転
	赤　：運転、異常リセット、ブザー停止、開閉、中断、空、搬出入	黄　：リセット
	橙　：異常、断水、緊停、過不可	赤　：停止
	黄　：リセット、ランプテスト	
	緑　：停止、製氷中、計量開始、残氷排出、計量中、満氷、切	
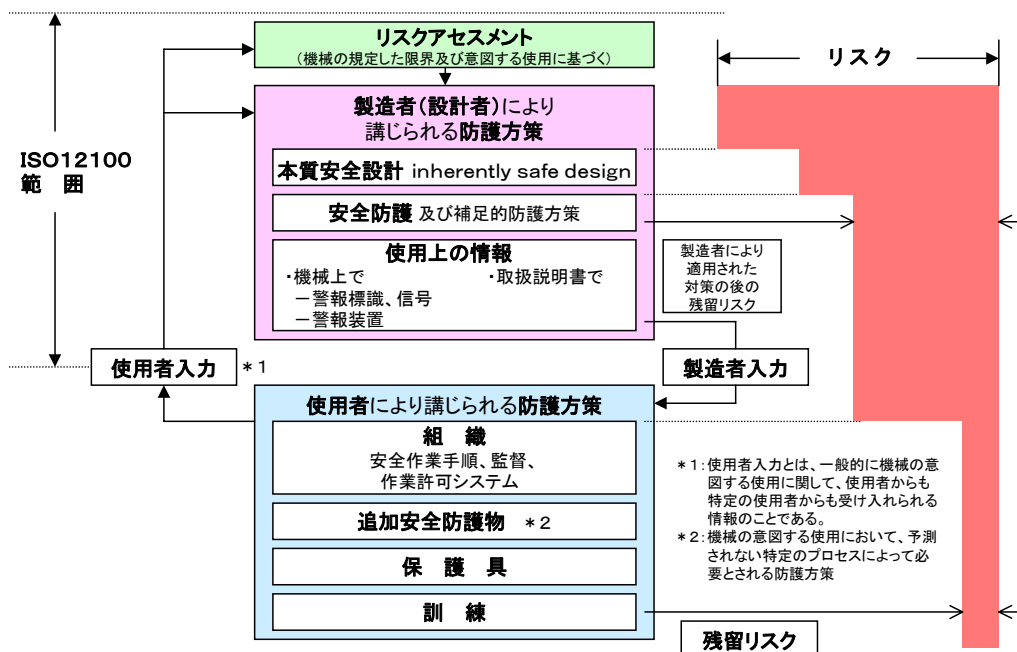
図３．ISO12100 で要求されている機械類の設計者，製造者の責任範囲

Fig. 3 Scope of responsibility for design engineer and manufacturer of machinery required by ISO12100

用に基づくリスクアセスメントを行い，その後に設計者ならびに製造者により講じられる防護方策を実施することが要求される[3]。その中でも特に本質安全設計の重要性が述べられている。そして，製造者で回避できない残留リスクについては，使用者に組織面，追加安全防護物，保護具，訓練などの防護方策を適切に行えるよう，その情報を明らかにすることが要求されている[4]。もちろん，これだけでは不十分で，常に機械類の製造者と使用者間で情報交換しながら，継続的改善を実施しなければならないことは言うまでもないことである。

２．１ 安全の定義

安全とは何か？という根本的なところを考えていくと，ただ単に事故や災害が発生していないから安全であるとは言えない。ISO12100 では，図４に示す機械類によって生じる危険源を特定し，その危険源を許容可能なリスクレベルにまで低減することを要求している。また，安全に関するガイドラインである ISO/IEC ガイド５１(安全に関する項目・規格に安全に関する項目を入れる場合のガイドライン)には，許容可能なリスクを「その時代の社会の価値観に基づく所与の状況下で受け入れられるリスク」と定めている[5]。

２．２ 安全に対する日本と欧米の考え方の違い

日本と欧米の安全に対する考え方の違いについて，安全技術応用研究会によりまとめられた内容を表３に示す[6]。

表３を見れば，日本では工場の作業者が勤勉かつ均質であるという状況であったため，人への教育により安全が指導されてきたことがわかる。一方，欧米を見ると特に機械指令を制定し機械類の安全機械規格の整備が進んでいる欧州の考え方は，人は間違いを起こすものであるから安全を技術力で確立し，リスク評価の結果により必要なところには相応のコストをかけていこうとする考えがうかがえる。この考えは、国際安全規格にも反映されつつある。国際安全規格に整合した製品を設計すれば，仕向地別に行っていた個別の安全対策を統一することができる。このため，各国ごとに設けられている安全規制に根本的な設計変更を強いられることなく対応可能になり，トータルとしてコスト低減に貢献することは自明の理である。また，あってはならないことではあるが不幸にして事故や災害が発生した場合，第三者に設計や製造の基準を分かりやすく説明できるため，機械類の製造者自身の責任範囲内にとどめることが可能となる。以上のように，コスト面と責任範囲の明確化など国際安全規格を活用して，製品を設計および製造しないという選択肢はもはやないものとわれわれは考えている。

３．国際規格を活用した安全の実現

３．１ ニューアプローチ

1985 年に欧州閣僚理事会において，旧来の規制や統制

騒音による危険源 ： 聴力の喪失、耳鳴り、平衡感覚の喪失など

振動による危険源 ： 白ろう病、血行障害など

放射線による危険源 ： 低周波、赤外／紫外光、X線、γ線など

材料及び物質による危険源 ： 機械で扱われるものによる爆発、火災など

機械設計における人間工学原則無視により発生する危険源 ： 不自然な姿勢による生理学的影響、ヒューマンエラーなど
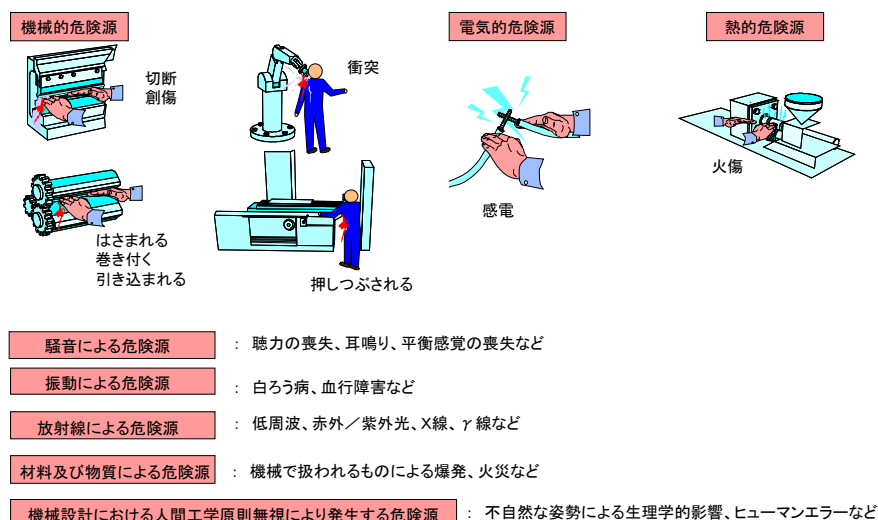
図４．ISO12100 で述べられる機械類によって生じる危険源

Fig.4 Hazards generated by machinery described in ISO12100

型から，自主管理型を有効活用しようとしたニューアプローチ指令が決議された。ニューアプローチ指令は，三大要素で構成されている。第１は「安全と健康に関する基本的要求事項」，第２は「広い範囲に適用可能な検査および認証制度」，そして第３に「市場に流通している製品を効率的に監視するためのＣＥマーキング」導入である。しかし，技術的な解決方法は指令の中に含まれていないため，製造事業者は製品の基本的要求事項に適合する限り自由に技術的な解決方法を選択できるが，その責任は自らが負うことになる。旧来の規定では，製品は強制法規での技術基準に適合していなければ安全とはみなされなかったが，ニューアプローチ指令では基本的要求事項に適合していれば安全とみなされ，必ずしも個々の技術基準に適合している必要はない。

このＥＵにおける自主管理型の安全立証制度は，世界各国に影響を与えている。

３．２ 自主管理型を支える安全規格

自主管理型の安全立証を押し推し進めるためには，安全立証のために使われる規格を整備していく必要がある。もともと ISO や IEC は，標準化を目的に作られた機関であり，過去に制定された ISO 規格と IEC 規格は技術の標準化を目指してきたものが多かった。日本における JIS 規格も同様であり，規格に安全要求事項を組み込むため ISO/IEC ガイド５１が制定されたのを契機に，規格は標準化を意図した規格と安全を意図した規格を対象とした

表３．安全に対する日本と欧米の考え方の違い

Table 3 Difference between Japan and western countries in safety concept

日本	欧米
災害は努力すれば，２度と起こらないようにできる	災害は努力しても，技術レベルに合わせ必ず起こる
災害の主要因は人である 技術対策よりも**人の対策**	災害を防ぐのは，技術の問題である 人の対策よりも**技術対策**
管理体制を作り，**人の教育訓練**をし，規制を強化すれば安全を確保できる	人は必ず間違いを犯すものであるから，**技術力向上**がなければ安全を確保できない
安全衛生法で，人及び設備の安全化を目指し，災害が発生するたびに，**規制を強化**	設備の安全化と共に，事故が起こっても重大災害に至らない技術対策 **災害低減化技術向上**の努力
安全は基本的に，**ただ**である	安全は基本的に，**コスト**がかかる
安全コストを認めにくい 目にみえる**「具体的危険」**に対して最低限のコストで対応 **起こらないはず**の災害対策に，技術的深耕をしなかった	**安全にはコストをかける** 危険源を洗い出し，**リスク評価**をし，評価に応じたコストをかけた **起こるはず**の災害の低減化努力をし，様々な技術，道具が生まれた
見つけた**危険をなくす技術** **（危険検出型技術）**	論理的に**安全を立証する技術** **（安全確認型技術）**
度数率（発生件数）重視	**強度率**（重大災害）重視

ものとして体系化されるようになった。その特徴の第一は，安全規格を図５に示すように３段階に階層化し，下位規格は上位規格に準拠することを要求している。第２は基本的にリスクに基づく安全評価，すなわちリスクアセスメントである。また，製品およびサービスについて設計から廃棄までの全ライフサイクルの安全を対象にしている。そして最も重要なことは安全を実現するためには，設計段階で安全を確保することが第一で，作業者への教育訓練で安全を確保することは最後であるという方策を要求している。

４．国際安全規格を活用した機械安全の実現

４．１ 基本安全規格 ISO12100 の概要

ISO12100 は，設計者や製造者が機械類の設計において安全性を確保できるように，その支援を目的として以下のように第１部と第２部により構成されている。

第１部：基本用語，方法論

第２部：技術的原則と仕様

第１部は設計上の検討結果や機械に関する使用上の情報の文章化，あるいは製造者と使用者との間で情報交換を行う上で誤解を生じさせないために非常に重要な規格である。また，第２部では，機械類の設計および製造において安全性を確保できるように，その支援として安全方策が示されている。安全方策には，図６に示すように，①本質安全設計，②安全防護，③追加安全方策，④使用上の情報，そして移動性や物の吊り上げおよび人の持ち上げに関する特別技術規定の５つが示されている。表４には，ISO12100-2 に規定されているリスク低減化を示している。本質安全設計は，設計の初期段階で実施されなければならない事項である。特に人間工学面からの安全への配慮と，オペレータの作業位置や身体寸法およびその動作の振幅と繰り返し頻度，作業環境としての照明方法および操作面配置の標準化による視認性や操作性などに配慮がなされるべきであることが規定されている。

その他に，機械の起動と停止方法，故障時に発生する状態がある１つの状態に限定される非対称性故障モード，冗長性システムや自動監視の採用および信頼性のある部品の使用，ＥＭＣ対策などである。安全防護と追加安全方策は，本質安全設計でリスク低減が不十分な場合の安全方策である。安全防護には，図６に示すように危険な区域が安全な状態にならない限り人の接近を不可能にする「隔離による安全方策」と，危険な区域に人が接近する場合機械の稼動部を停止させる「停止による安全方策」が考えられる。このような安全装置には安全防護柵のほかに，危険区域が安全状態になったときに人に接近を許可するための安全防護装置(1)と，危険状態で接近した場合に機械可動部を停止させる安全防護装置(2)が含まれる。

前者の隔離による安全防護では，可動部停止が安全確保の条件になるので，安全防護装置(1)には追加安全方策のエネルギーゼロ状態の確保も含まれる。この関係を図６において点線で示している。追加安全方策とは，非常事態を意図した予防策として非常停止や捕捉された人の救出手段，安全に寄与する方策としてのエネルギー遮断と消散(エネルギーゼロ状態の確保)の手段および機械類に安全に接近するための準備など，機械類の運転状
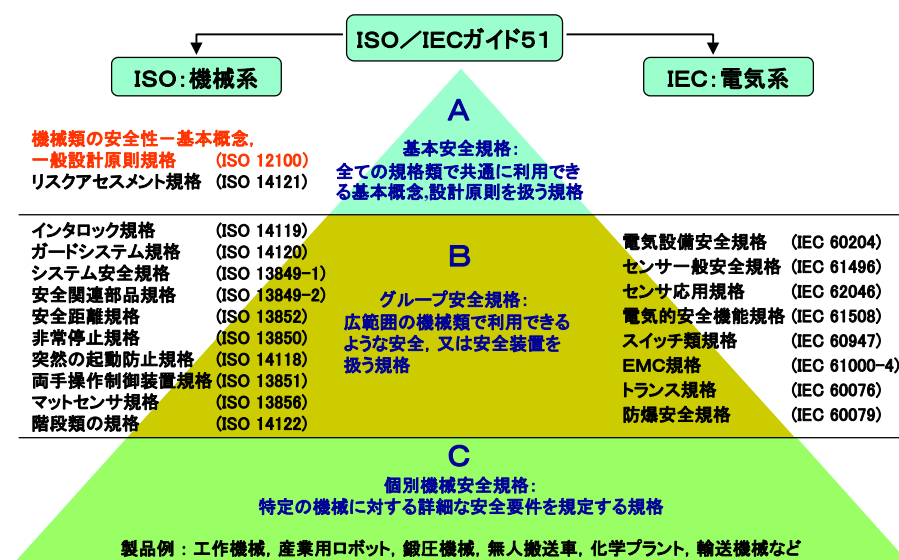
図５．国際安全規格の階層化構成

Fig. 5 Hierarchical diagram for International safety standards
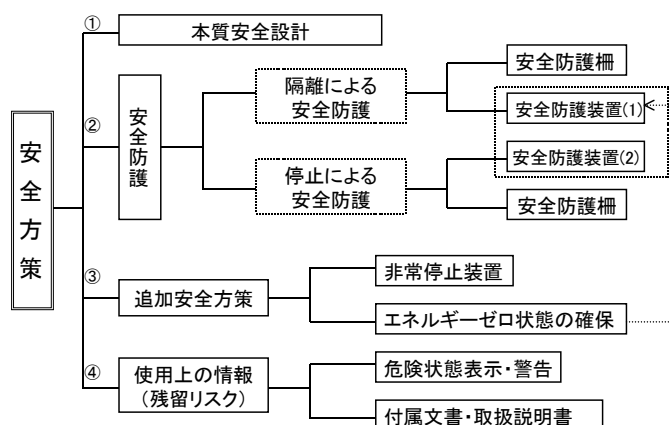
図６．ISO12100-2 で示される４通りの安全方策[5]
Fig. 6 Four Ways of safety measure shown in ISO12100-2

態に直接関係しない安全方策をさしている。使用上の情報とは，本質安全設計，安全防護，追加安全方策を行っても残るリスクに対する安全確保の措置で，表示や取扱説明書などで使用者に安全に使用してもらうための情報を提供しなければならない。

５．ISO12100 と労働安全衛生マネジメントシステム

５．１　労働安全衛生マネジメントシステム

ISO12100 は図３で示したように，機械類の設計者および製造者を対象にしている。しかし，機械類を使用するのは，機械類の設計者や製造者ではなく使用者である。この使用者を事故や災害から守るために検討されている１つのツールが労働安全衛生マネジメントシステム(Occupational Health and Safety Management System；以下 OHSMS)である。ただし，労働安全衛生マネジメントシステムは，労働安全衛生に関係する全ての産業を対象としており，機械類の使用だけに限定しているものではない。品質に対しては ISO9000 シリーズ，環境に対しては ISO14000 シリーズが今や全産業に浸透しているのは周知の事実であるが，品質そして環境の次は労働安全ということで注目されているのが，労働安全衛生評価の規格 OHSAS18000 シリーズである。

OHSAS18000 シリーズは，BSI(英国規格協会)が事務局となり，いくつかの国の規格団体や認証機関が共同で作成した。この規格は，OHSAS18001「労働安全衛生マネジメントシステムー仕様」および OHSAS18002「労働安全衛生マネジメントシステムーOHSAS18001 の実施のための指針」の２つがあり，前者は 1999 年４月に後者は 2000 年２月に制定されている。なお，現在 OHSAS18003「監査に関するガイドライン」が作成中である。

OHSAS18000 シリーズにおいては，リスクアセスメントを実施し，事業者が労働安全衛生マネジメントシステムを構築して労働災害を防止しようというもので，その活動を内部監査し，場合によっては外部の審査員によって第三者審査登録されることを目的に作成された。このことは OHSAS1800 シリーズが ISO14000 シリーズと同等の構造を持っているということを指す。つまり，Ｐ(Plan)，Ｄ(Do)，Ｃ(Check)，Ａ(Action)のサイクルを組織(事業者)が，スパイラルアップさせ年々継続的に改善していこうとするものである。また事故や災害の防止という点において，ISO12100 と根底での理念は同一であると言える。

５．２　労働安全衛生規格制定の経緯

労働安全衛生の規格が制定されるに至った状況は，品質や環境が ISO 規格として制定された場合に比べ多少異なる。欧州では労働災害や健康被害などによる損失が企業の売り上げの数パーセントにのぼるともいわれ，経営上の課題になってきたことが，労働安全衛生規格化検討開始の背景の１つと考えられている。

ISO で最初に OHSMS の討議が提案されたのは ISO14000 のテクニカル委員会(TC207)においてである。そして 1996 年４月の世界安全衛生大会において，ISO と ILO(国際労働機構)の合同委員会が開催された。しかし，OHSMS は労働問題を扱う ILO が作成すべきとする意見が多く，2000 年４月の ISO 加盟国の投票で規格化が否決され ISO では取り扱わなくなった。一方，OHSMS 導入に積極的な英国規格協会(BSI)をはじめとする規格作成団体や認証機関が集まって，コンソーシアム(認証機関や規格団体などによる共同組織体)が組織された。このコンソーシアムによって，OHSAS 18001 (労働安全衛生マネジメントシステムー仕様) が 1999 年４月に制定された。その後、OHSAS18001 の作成を推進した BSI をはじめとするコンソーシアムに日本やドイツも加わり，OHSAS18002 (労働安全衛生マネジメントシステムー

表４．安全方策に基づくリスク低減化

Table 4 Risk reduction based on safety measures

安全方策	項 目
１．本質安全設計 （ISO12100-2　条項３）	(1) 鋭利な端部または角部、突出部の回避 (2) 機械類の本質安全設計 形状、相対位置（機械と人との距離など）、作動力、運動エネルギー、騒音／振動の制限等について考慮するよう要求している。 (3) 設計規格、材料特性データ及び一般的な機械の設計／製作上の専門的規則（たとえば、計算規則等） 機械的応力の配慮；ボルト締め／溶接組立に関する適正な計算と製作／取付方法の実施による応力制限、過負荷による応力制限、応力変動下の疲労回避、回転要素の静的／動的バランス。 材料；特性、腐食、経年変化、磨滅／磨耗、材料の均質性、毒性。 (4) 本質安全の技術、工程、動力源の採用 爆発性雰囲気で使用する使用する機械に関して、 ・空圧または液圧による制御システムとアクチュエータの全面採用 ・本質安全防爆による電気設備 (5) 機械部品間のポジティブな機械的作用の原理の採用 (6) 人間工学原則の遵守 制御装置、信号灯点灯表示、データ表示等のマン-マシン インターフェースに関する全ての要素は、マン-マシン インターフェース間で明確かつ曖昧でない相互作用が生じるように設計すること。 (7) 制御システム設計時の安全原則の適用 機械制御システムの設計時時の不注意による危険防止。 (8) 空圧と油圧設備の危険源の防止 (9) 電気的危険源の防止 IEC60204-1に整合した設計と部品の採用。 (10)設備の信頼性による危険源への暴露機会の制限 (11)搬入(供給)／搬出(取り出し)作業の機械化と自動化による危険源への暴露機会の制限 (12)設定(段取り)と保全の作業位置を危険区域外とすることによる危険源への暴露機会の制限
２．安全防護 （ISO12100-2　条項４）	(1) ガードと安全装置の選択 可動部に起因する危険源に対する安全防護。たとえば、インターロック付きガードや制御式ガードの採用。 (2) ガードと安全装置の設計と製作に関する要求事項
３．使用上の情報 （ISO12100-2　条項５）	(1) 一般要求事項 残留リスクはユーザーに提供されなければならない。 (2) 使用上の情報の配置と特性 警告のような重要メッセージは、標準化された文言を使うこと。 (3) 信号と警報装置 視角、聴覚信号は、危険事象発生前に発せられ、曖昧でなく、確実に関知でき、明確に認識できること。 (4) 表示、標識(絵文字)、警告文 (5) 付属文書(特に取り扱い説明書)
４．追加保護方策 （ISO12100-2　条項６）	(1) 非常事態を意図した予防策 １つまたは複数の非常停止装置を装着しなければならない。 (2) 安全に寄与する他の設備、システムと設備
５．移動性、物の吊り上げおよび人の持ち上げに関する特別技術規定 （ISO12100-2　条項７）	(1) 移動機械類の移動機能により生じる危険現の回避または曝露機会の制限 (2) 揚荷によって生じる危険現の回避または曝露機会の制限 (3) 人を持ち上げることにより生じる危険現の回避または曝露機会の制限

OHSAS18001 の実施のための指針）が 2000 年２月に公表された。

５．３　OHSAS18000 シリーズ

OHSMS の作成は，2000 年４月の ISO の投票で規格化が否決されことにより ILO 単独となった。ILO の動向だけで OHSMS の将来を予測できる状況ではないが，現在この他にも以下の３つの OHSMS 標準化作業が行われている。

・OHSAS18000

・ドイツバイエルン州の提案する OHSRIS

・米国が中心となり作成を進めている SA8000

ILO は独自の審査機関を持っていないため，ILO 単独

での普及は可能性が低いようであり，既存の審査機関との提携が普及のポイントになりそうである。特に BSI は OHSMS 作成のためにコンソーシアムを組織し OHSAS18000 シリーズの作成をリードして来た実績，また ISO9000 や ISO14000 シリーズの普及を展開した実績がある。なお審査システムを構築し展開する点においては 100 ヶ国以上に支社を開設し準備が進められている点からも，現時点で最も普及の可能性が高いと言われている。一方，ドイツバイエルン州が提案している OHSRIS が国際規格になるには，先ず欧州規格となり，それから ISO 規格になる必要があるので，この点において普及は難しいようである。次に，SA8000 は ILO 条約や国連憲章を要求基準としているため，これが遵守されているかを審査するシステムなので，ILO ガイドラインとして取り込まれると OHSAS18000 シリーズに代わって国際標準になる可能性もある。OHSAS18000 シリーズは労働安全衛生を対象としているが，SA8000 では人事や労務そして労働安全衛生全般をも対象としているため OHSAS より範囲が広い。従って，人事や労務そして労働安全衛生全般を監督している国に対しては SA8000 が有利になる可能性もある。以上のように，これからの OHSMS の国際標準化と規格化には目が離せない状況にある[7]。

６．日本国内の動き

前述の表３に示したとおり，日本は従来どちらかといえば安全方策を機械類の使用者に求めていた傾向があったが，厚生労働省により「機械類の包括的な安全基準に関する指針」が通達された。指針の概要は別稿で述べるが、要求の内容は機械類の設計および製造者にとっては ISO12100 と同等の内容であり，ISO12100 に準ずることにより，この指針に従うことができるものと考える。

７．HMI 環境におけるユーザインタフェース

ＦＡなどの産業分野においては、従来のような単に機械の生産性向上や効率化を図るだけではなく，人に対する安全性への配慮や安全確認型システムの構築が，人と機械が共存する HMI 環境における重要な要件となっている。ISO12000 では対象とする機械の概念が図７のように示されており，機械は制御システムと機械可動部の運転部分からなり，制御システムには制御装置(押しボタンスイッチなどの手動制御器を含む)，データ処理装置，センサを含む安全装置や保護装置，コンタクタやバルブなどの動力要素を含んでいる。HMI 環境の中でも，特に人と機械の接点として大きなウエイトを占める環境においては，図８に示したような種々の HMI 環境におけるユーザインタフェースが用いられている。

HMI safety を実現するためには，使いやすさ(Usability)や安全性向上に向けたユーザインタフェースとして，押しボタンスイッチや LED 表示灯などの SUI (Solid User Interface)や，LCD ディスプレイ上にタッチスイッチを有する GUI(Graphical User Interface)，および CC スイッチに代表される GUI 上に SUI の特長を
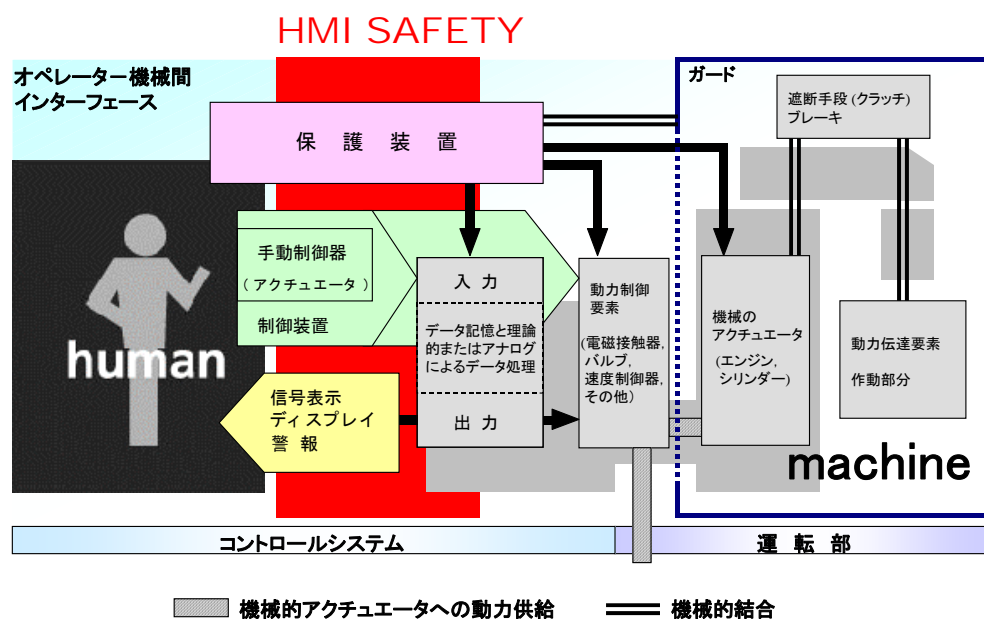
図７．機械類の安全性の概念図

Fig.7 Schematic representation for safety of machinery

ユーザインタフェースの方式

GUI
(Graphical User Interface)
・ディスプレイ画面上に図形などの仮想的な部品を表示し，操作，設定，認識する方式。

FAパソコン
パネルコンピュータ
プログラマブル表示器
タッチスイッチ
CCスイッチ
(SUI on GUI)
モバイルターミナル

SUI
(Solid User Interface)
・物理的に作られた実体のあるスイッチ，ボタン，メータなどの部品を用いて操作，設定，表示などを行う方式。特に安全構築に必要なコンポーネントをSAFETY SUIと呼称。

押ボタンスイッチ
照光式押ボタンスイッチ
セレクタスイッチ
カムスイッチ
キースイッチ
デジタルスイッチ
ジョイスティック
LED表示灯
集合表示灯
パイロットランプ
ブザー
メータ
タイマ
カウンタ
数字表示器
非常停止押ボタンスイッチ
イネーブルスイッチ
グリップスイッチ
安全スイッチ
電磁ロック付安全スイッチ
安全プラグ
ロープスイッチ
積層表示灯
ライトカーテン

図８．HMI 環境におけるユーザインタフェース

Fig. 8 User interfaces utilized in HMI environment

組み合わせた SUI on GUI が既に提案されてきた。これらの SUI，GUI，SUI on GUI は使用環境に応じて最適なものが用いられ，相互に特長を活かしながら共存する関係にある。また，SUI のうち事故予防や回避を目的としたドアインターロック装置，非常停止スイッチ，イネーブル装置など安全に直接かかわるものを Safety SUI と称している。これらは用途上，操作ミスなどのヒューマンエラーが直接事故に結びつく可能性があるため，人間工学的観点から人の安全性を向上するために非常に重要となっている。このことは，ISO12100-2 の 3.6 項においても「人間工学原則の遵守」が規定されているなど，国際安全規格としてもその必要性が謳われている[8]。

８．当社の安全への対応

当社は，国際的な潮流の１つである「安全への配慮」を製品に反映させるために，図９に示すフローにより対応している。製品開発のまず第一歩は，製品の種類と用途を決定し，適用すべき製品規格を検討する。適用規格が決まれば，構造および仕様の概略が決まってくる。この過程で使用すべき部品を選定する。この手法は，当社の製品のみならず，機械類の設計にも幅広く応用可能であると考えられる。構造と仕様が固まれば，ISO12100 で要求されるリスクアセスメントを行い反復的に製品のリスクを低減する。当社においてはこれをＤＲ（Design Review）の中で行っている。以上の過程を経て自己認証や第三者認証を取得する。このような製品開発の成果が別稿で紹介されているので参照いただければ幸いである。

９．おわりに

ISO14000 シリーズや新しい ISO9000 シリーズの基本は，PDCA(Plan→Do→Check→Action)のサイクルを回して問題点をつぶしていく管理手法である。国際安全規格
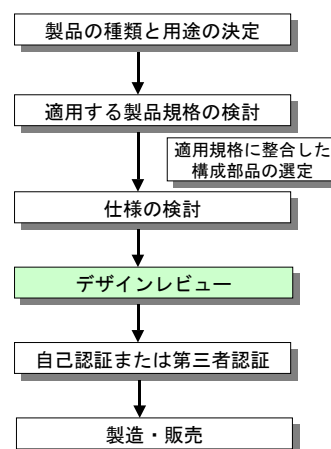
図９．製品開発のフロー

Fig. 9 Flow of product development

の ISO12100-1 では PDCA のサイクルと同じような反復的リスク低減プロセスが規定されている。ところが，この管理手法は日本人には苦手なようである。日本のよきにはからえ的管理手法になじんでしまうと，Plan を作る段階で議論百出で前へ進まない。そして，一度 Plan（手順や規程など）を作ってしまうと，それでほとんどの仕事が終わってしまった気持ちになり，Plan に基づいた Do（実行）や Check の習慣もなく，従って次の改善に向けた Action（是正措置）を講じることもない。このため，Plan がいつまでもそのまま放置されてしまう。国際安全規格は欧米，特に欧州の文化といわれるが，PDCA のサイクルを回し問題点を潰していくことがまさに欧米流の手法である。この結果が，前術の表３で掲げられる安全に対する日本と欧米の考えの違いにつながっているのではないかと考える。全ての業務で PDCA を回すことを体で覚え，頭で理解できれば立派に国際安全規格を使いこなせることになる。さらには，日本から規格を発信できる土壌ができてくるのではないだろうかと考える。

参考文献

[1]IEC60073: 1996, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Cording principles for indication devices and actuators

[2]IEC60204-1: 1997, Electrical equipment of industrial machines - Part 1: General requirements

[3]向殿政男　監修，（社）日本機械工業連合会　編：「ISO 機械安全国際規格」，日刊工業新聞社発行

[4]ISO12100-1, -2: 1998, Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology, Part 2: Technical principles and specifications

[5]ISO/IEC GUIDE 51: 1999, Safety aspects –Guidelines for their inclusion in standards

[6]向殿政男　監修，安全技術応用研究会　編：「国際化時代の機械システム安全技術」，日刊工業新聞社発行

[7]吉澤正　監修，「OHSAS18001･18002 労働安全衛生マネジメントシステム　対訳と解説」，日本規格協会発行

[8]山本高士:「HMI 環境における安全への対応と安全機器」，オートメーション 2001 Vol.46 No.2，日刊工業出版プロダクション発行，P64－75

執筆者紹介

*1）品質保証センター技術規格担当推進リーダー

*2）品質保証センター技術規格担当

*3）品質保証センター技術規格担当